

No. 53 2013.6 東北大学サイクロトロン・ラジオアイソトープセンター

巻 頭 言

東北大学大学院理学研究科·物理学専攻·専攻長 前 田 和 茂

物理学専攻と CYRIC のかかわりは長い。片平キャンパスにあった理学部が青葉山に移転するとき、電子シンクロトロン研究室が母体となり発足したのが CYRIC である。1977 年に最新鋭の 680 型サイクロトロンを中心に据え、高レベル短寿命 RI の多目的利用と RI 安全取扱いの全学的な教育・訓練の場として、CYRIC の共同利用がスタートした。物理研究にはオンライン放射性同位元素分離装置(ISOL)と中性子飛行時間測定装置(TOF)が設置され、それらを活用したすぐれた成果とともに数多く学生が物理学専攻から巣立っていった。

2000年にはサイクロトロンが930型に更新され、物理学専攻では、不安定な原子核、極端な量子状態、基本対称性、基本相互作用、原子核の中で働く核力(特に3体核力)などの研究を進めている。複雑な多体系である原子核内部の様々な状態を探索することにより、中性子星の構造や宇宙創成の謎にも迫る研究である。またサイクロトロンは、物理学実験IIIやKEKサマーチャレンジ@仙台の学生実験などの物理教育やアウトリーチ活動にも活用されており、物理学専攻にとって最先端の研究や

教育に欠かせない存在になっている。

サイクロトロンは磁石と電極を巧妙に配置した加速器である。1932年にバークレーで動き始め、日本でも1937年には2台のサイクロトロンが完成している。それ以降、現在に至るまで、工夫され、変貌し、普及し、幅広くサイエンス・フロンティアを支えてきた。サイクロトロンの最も重要な構成要素は静磁場を発生する電磁石である。その大きさやデザインで加速器



写真1. サイクロトロンモニュメントが眺める物理屋たち

としての性能が決まる。サイクロトロン電磁石には独特の存在感があり印象的である。そのためか、 米軍が日本の原子核研究を中止させるため、儀式のように東京湾と大阪湾のヘドロの中にサイクロトロン電磁石を消し去る事件があったと聞く。

役目を終えたサイクロトロン電磁石は研究の歴史を語るモニュメントとして残されることもある。 写真1は1954年に大阪の中之島で誕生した44インチ・サイクロトロン電磁石である。オリジナル 色に塗装しなおされ、モニュメントとして阪大・豊中キャンパスに保存されている。私はこのサイク ロトロンを使って修士論文を書いた。40年近く前のことである。

東北大にはもうひとつ研究教育に活躍している加速器がある。電子光センター(ELPH、旧核理研)の 1.2-GeV 電子加速器である。物理学専攻では電磁相互作用による中間子の多重発生やストレンジネス(奇妙さという量子)生成機構の研究を行っている。ELPH での実験に使用している測定器は中性 K中間子スペクトロメータ(NKS)であり、そのルーツは東京大学原子核研究所(INS)・電子シンクロトロン(ES)施設にあった TAGX である。TAGX の運動量分析を担う電磁石には、INS で加速器研究のために作られた、重さ 40 トンのサイクロトロンモデル電磁石を使用した。TAGX は 2001 年に ES から ELPH に移設され、NKS として原子核内ストレンジネス光生成素過程の研究などに活躍した。

加速器としての役目を終え、青葉山で静か に眠っていた680型サイクロトロン電磁石 は、2005年の早春、CYRICから ELPH 実験 室に運ばれ、スパイラルシムが取りはずさ れ、ポールギャップは 680 mm に広げられ て, NKS-II の 680 電磁石として蘇った。写真 2はそのときの記念写真である。物理屋に取 り囲まれた重さ 120 トンの 680 電磁石の存在 感は圧倒的である。このあと数千チャンネル に及ぶ検出器を取り付け、整備して2008年に 実験を開始した。物理学専攻-CYRIC-ELPH の連携が実った瞬間でもあった。検出器を改 良しつつデータ収集を行っているときに 2011 年 3 月 11 日がやってきた。680 電磁石が守っ てくれたためか, 検出器に決定的なダメージ はなく、2013年度中には実験を再開する。

サイクロトロンの寿命は長い。CYRICの 680 型サイクロトロンは加速器としての役割を 後継機に受け渡したあと、NKS-II の 680 電磁 石に姿を変えた。いずれ、680 型サイクロトロン電磁石は測定装置としての役目も終えることになる。いつの日か、阪大や理研のサイクロトロンのようにモニュメントに姿を変え、静かにサイエンスの進展を見守ることになるのだろうか。



写真2. 蘇った 680 電磁石に群がる物理屋たち。前列中央には東北大の原子核実験グループを牽引された故橋本教授の姿がある

CYRIC ニュース No. 53 目 次

巻頭言			
東北大学大学院理学研究科・	物理学専攻		
	専攻長	前田	和茂1
• 研究紹介			
センター サイクロトロン核医学研	[左] · 田孝	亚黑	宏太良4
	17元时, 刘钦	十圓	公众以 4
新しい機器・設備の紹介超高分解能小動物用半導体 PET の更新			
センター核薬学の	所究部・助教	船木	善仁8
• 六ヶ所村便り			
センター 六ヶ所村分室 核燃料科学研	「究部・助教	徐源	頁来9
研究交流			
イタリア・レニャーロ国立研究所での研究生活			
センター 測定器研究部・博士課程前期2年	の課程1年	石川	泰佑11
・センターからのお知らせ	•••••		14
加速器ビームを使った原子核・素粒子実験実習ス	クール		
□ 第8回 AVF サイクロトロン合同打合せ			
□ Bio Tech 2013 に出展して			
福島県立磐城高等学校のセンター見学			
- 基礎ゼミ見学会			
□ 放射線と RI の安全取扱いに関する全学講習会			
□ 運営専門委員会報告			
っ 受賞のお知らせ	×.		
□ 第 37 回国立大学アイソトープ総合センター長会割	義		
・着任のご挨拶			
センター 放射線管理研究	ピ部・准教授	渡部	浩司24
センター 加速器研究部・教育	育研究支援者	新原	佳弘25
• 共同利用の状況	•••••		26
• RI 管理メモ ····································			32
• 運営専門委員会·各部会名簿、人事異動、職員名簿、学生·研			
•組織図·共同利用相談窓口 ······		•••••	39
• 編集後記 ······			40

研究紹介

特発性正常圧水頭症の脳イメージングによる研究

センター サイクロトロン核医学研究部・助教 平岡 宏太良

1. はじめに

正常圧水頭症は歩行障害、認知障害、排尿障害の三徴を有し、脳室拡大を認めるが髄液圧は正常で、髄液シャント術によって症状の改善が得られる病態として Hakim、Adams らによって 1965 年に報告された い。正常圧水頭症のうちクモ膜下出血や髄膜炎などの先行疾患を認め原因の明らかなものは二次性正常圧水頭症と分類されるが、原因の明らかでないものもあり特発性正常圧水頭症(idiopathic normal-pressure hydrocephalus:以下 iNPH)と呼ばれる。iNPH は老年期に発症することより、高齢社会、超高齢社会を迎えた日本を含めた先進国において治療可能な認知症性疾患として近年益々注目を浴びている。2004 年に正常圧水頭症研究会の特発性正常圧水頭症診療ガイドライン作成委員会によって特発性正常圧水頭症診療ガイドラインが出版された。国際的にも 2005 年に診療ガイドラインが出版され、これらを通じて iNPH はより正しく認識されるようになりつつある。しかし iNPH は最初の報告以来既に 50 年近く経過しても未だに「特発性」の接頭語がついたままであり、どのような病因でいかなる機序で生じてくるのかは未だ解明されていない。疾患の解明の基礎となる病理学、疫学の研究さえほとんどなされていない。我々は iNPH の患者を対象として MRI(Magnetic resonance imaging:磁気共鳴画像法)や PET(Positron Emission Tomography:陽電子放射断層撮影)による脳画像を用いた疫学、病態、診断に関する臨床研究を行い、iNPH の本態に迫った。

2. iNPH の疫学に関する研究

iNPH の症状は高齢者において非特異的であり、多くの症例が診断されず見逃されている可能性があり、iNPH の有病率は明らかではない。厚生省(当時)難治性水頭症調査研究分科会が1995年に行った全国調査では、65歳以上の原因不明例を特発性とみなすと成人水頭症の8.7%を占めた。また、多科共同の「物忘れ外来」を受診した連続400例の患者の中でiNPHと診断しえたのは14例(3.5%)であった。一方、アムステルダムでの多施設共同研究では人口250万人の地域でシャントにて症状の改善を認めたiNPHの患者が10年で55名確認されたことより、年間100万人につき2.2人の発生率と見積もられた。ドイツの村における65歳以上の

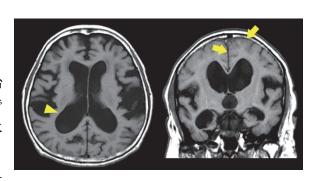


図 1. iNPH の脳の T1 強調 MRI。 左は水平断、右は冠状断。脳室拡大 (矢頭)と高位円蓋部および大脳半 球縦裂のクモ膜下腔の狭小化(矢 印)がみられる。

居住者に対する戸別調査では居住者 982 人中 4 人が症状と CT の所見より正常圧水頭症と診断され、 0.4%の有病率を認めたと報告されている。しかしこれらの報告は診断基準が明確でなかったり、認知症例のみを対象にしているといった難点があり、コンセンサスの得られた診断基準を用いた全国的な調査や地域に基づいたコホート研究の実施が望まれる。

我々は、宮城県旧田尻町にて以前行われた疫学研究の臨床症状の記録と MRI データを後方視的に解析することにより、iNPH の地域における有病率を調査した²⁾。対象は無作為に抽出された 65 歳以上の地域居住者 170 名であった。対象者の MRI で iNPH に特徴的な所見すなわち脳室拡大と高位円蓋

部および大脳半球縦裂のクモ膜下腔の狭小化(図1)の有無について再評価した。iNPH の三徴すなわち歩行障害、排尿障害、認知障害については神経学的診察、健康に関する質問紙、認知機能検査と認知症評価スケールの記録によりその有無を判断した。結果、170名中13名(7.6%)において脳室拡大を認め、5名(2.9%)において脳室拡大および高位円蓋部と大脳半球縦裂のクモ膜下腔の狭小化を認めた。iNPH の画像上の特徴を認めた5名全てにおいて認知障害を認め、1名で歩行障害、1名で排尿障害を認めた。

我々の研究以降に、本研究と同様の手法で診療ガイドラインに基づき MRI を用いた地域住民に対する疫学調査の再分析の報告が二つ続いた 3,4 。本研究およびこれら 2 つの報告を単純にまとめると平均 70.8 歳の 6 歳以上の地域住民の possible iNPH の有病率は 1 1.1%となる。以上により、地域に iNPH を患っているにもかかわらず非特異的な症状のため見過ごされているもしくは誤診されている患者が少なからず存在するということが示唆された。

3. iNPH の病態に関する研究

iNPH の病態については脳脊髄液の動態の異常がいわれているが、未だ明らかでない。我々は、MRI を用いてシャント術による脳実質および脳脊髄液領域の体積変化を測定し、シャント術による症状の改善との関係を調べ、iNPH の病態およびシャント術の治療効果の機序について解析を行ったが。シャント術にて症状の改善を認めた 21 名の iNPH 患者を対象とし、術前および手術 1 年後に MRI の撮像と臨床症状の評価を行った。左大脳半球、テント下脳、脳室、シルビウス裂より上位のクモ膜下腔、シルビウス裂以下のクモ膜下腔の体積を MRI のデータを用いて測定した。大脳半球とテント下脳の体積は術後有意な変化はみられなかったが、脳室とシルビウス裂以下のクモ膜下腔の体積は有意に減少し、変化率は各々-26.1%と-4.5%であった。シルビウス裂より上位のクモ膜下腔の体積は有意に増加し、変化率は 43.5%であった。脳室体積の減少と臨床症状の改善に有意な相関がみられた。この研究により、大脳半球が側脳室内の髄液より圧を受けて異常な形態となっていることが発症に関与し、シャント術は頭蓋内の髄液の分布を変化させ、大脳半球を正常な形態に近づけることにより治療効果を生むことが示唆された。

また近年、iNPH の中脳に関する研究が報告されており、Lee らの研究では iNPH 群では健常群に比べ平均 13.5%中脳前後径が小さく、中脳の前後径と歩行障害に相関がみられた。また Mocco らの研究ではシャント術後中脳の前後径と横径が増大し、前後径と横径の積算は平均 19.2%増大していた。これらの研究では iNPH の歩行障害の原因として mesencephalic locomotor region の障害の可能性が言及されている。この仮説を検証するため、我々は iNPH のシャント術前後の MRI より中脳の断面積を測定し、その変化の有無を検証した 6。先行研究と反し、我々の研究では術前とシャント術後で中脳断面積の有意な変化は認めなかった。また中脳断面積の変化率と臨床症状の変化(率)との有意な相関も認めなかった。我々の研究の結果からは iNPH の歩行障害と中脳の関連は否定的であった。

MRI の拡散テンソル画像を用いた研究では、iNPH は大脳白質の広範な障害を認め、認知機能、運動機能障害は大脳白質の障害と関連することを示した 7。

4. アミロイド PET を用いた iNPH の治療効果予測法の確立

iNPH に関する病理研究で、18.5-67.6%の iNPH の患者において大脳皮質に老人斑や神経原線維変化といったアルツハイマー病の病理変化を認め、iNPH の患者では一般高齢者と比べてアルツハイマー病理を伴う確率が高いことが示唆されている。アミロイド前駆体蛋白の段階的蛋白分解の結果生成され細胞外に恒常的に放出されるアミロイドβ蛋白が何らかの条件によって不溶化し、老人斑などと

して細胞外で集積・凝集すると神経細胞を傷害し、発症を導くという「アミロイド仮説」がアルツハイマー病の発症機序としていわれているが、脳脊髄液中のアミロイドβ蛋白の濃度が iNPH ではアルツハイマー病と同様に低下していたと報告されており、iNPH では髄液循環障害があるためクリアランスが低下してアミロイドβ蛋白が脳内に蓄積するという仮説もあり、アルツハイマー病の病理変化が iNPH の病態に関与している可能性が示唆される。また Hamilton R ら(2010年)の研究では、髄液シャント術時に行った前頭葉皮質の生検による組織検査におけるアルツハイマー病病理所見の程度と、髄液シャント術による症状の改善に負の相関がみられ、iNPH におけるアルツハイマー病病理の合併と髄液シャント術の治療効果についての関連が示唆されている。

¹¹C-BF227 はアミロイド β 蛋白を標的とする PET 検査のためのトレーサーである 8 。これまでアルツハイマー病に対して 11 C-BF227 を用いた PET 検査を行う臨床研究を行い、アミロイド β 蛋白の集積を画像化できることが示されている(図 2)。

我々は、iNPHの患者のアミロイドβ蛋白の脳内蓄積量と髄液シャント術による症状改善の程度との相関を明らかにするため "C-BF227を用いた PET を iNPH患者に行っている。シャント術を予定している iNPH 5例(年齢 79.0±4.3歳、男/女=1/4)に対し、"C-BF227-PET を用いたアミロイド・イメージングを行った。各関心領域(前頭葉、側頭葉、頭頂葉皮質、後部帯状回)の標準取込値(Standard Uptake Value、以下 SUV)の平均を算出し、小脳を参照領域として小脳の平均SUV との比をとって、各関心領域の SUV ratio(以下 SUVR)を示した。前頭葉、側頭葉、頭頂葉皮質、後部帯状回の SUVR の平均を大脳皮質 SUVR とした。iNPHの大脳皮質 SUVR と、これまでに "C-BF227-

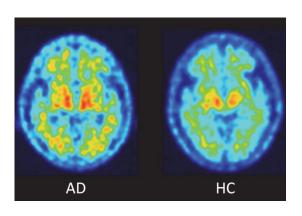


図2. アルツハイマー病患者 (AD) と 健常高齢者 (HC) の ¹¹C-BF227-PET の SUVR 画像。AD において ¹¹C-BF227 の取込みの上昇がみられる。

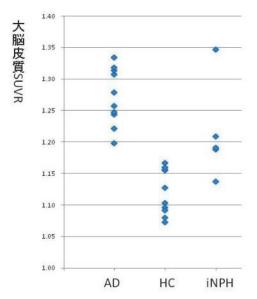


図3. アルツハイマー病群 (AD)、健 常高齢者群 (HC)、特発性正常圧水頭 症群 (iNPH) の各症例の大脳皮質 SUVR (Standard Uptake Value Ratio)。

PET の撮像を行った健常高齢者群 10 例、アルツハイマー病患者群 10 例の大脳皮質 SUVR と比較した(図 3)。

iNPH 群の SUVR は 1.21 ± 0.08 (mean \pm SD)、健常高齢者群は 1.12 ± 0.04 、アルツハイマー病患者群は 1.27 ± 0.05 であった。今回 PET 撮像を行った iNPH 4 例については大脳皮質 SUVR が比較的低く、アミロイドの大脳皮質への集積はあまりみられないと思われたが、1 例ではアルツハイマー病と同等の SUVR 値を示していた。今後症例を蓄積して、アミロイド・イメージングの結果とシャント術による治療反応性との関係の解析を行っていきたい。

5. 今後の展望

iNPH の疫学については、今後髄液タップテストなど診断に重要な検査を含んだ地域における研究が行われ、iNPH の有病率がさらに明らかになることが期待される。また iNPH と診断された症例やシャント術を受けた iNPH 例がどの程度いるかについて調べる医療機関における疫学研究も必要である。それらのデータをもとに、医療の現場および一般社会において iNPH の認知が高まり、iNPH の診療が普及し受益者が増えることが望まれる。

iNPH の病因・病態は未だ不明であるが、その解明のためにはまず脳脊髄液の動態に関与する組織、すなわちくも膜、脳室上衣、脈絡叢、くも膜顆粒、くも膜下腔の毛細血管、頭頚部および脊髄のリンパ系などの病理解剖による徹底した組織学的研究が重要である。また、患者の髄液の動態を直接的に評価可能な時間空間分解能の高い検査法の開発が望まれる。これらの研究により iNPH の本態にさらに迫り、iNPH の診断・治療法の向上に貢献できればと思う。

謝辞

本研究の実施においてご指導いただきました東北大学大学院医学系研究科高次機能障害学分野の森 悦朗先生ならびに多くの共同研究者、研究協力者の皆様に深く感謝いたします。

文献

- 1. Adams RD, et al. N Engl J Med 1965;273: 117-126.
- 2. Hiraoka K, et al. Neurol Med Chir (Tokyo) 2008; 48: 197-199; discussion 199-200.
- 3. Tanaka N, et al. Neuroepidemiology 2009; 32: 171-175.
- 4. Iseki C, et al. Journal of the neurological sciences 2009; 277: 54-57.
- 5. Hiraoka K, et al. J Neurol Sci 2010; 296:7-12.
- 6. Hiraoka K, et al. Journal of Neurology 2011; 258: 820-825.
- 7. Kanno S, et al. Journal of Neurology 2011; 258: 1949-1957.
- 8. Kudo Y, et al. J Nucl Med 2007; 48: 553-561.

新しい機器・設備の紹介

超高分解能小動物用半導体 PET の更新

センター 核薬学研究部・助教 船木 善仁

センターには工学研究科石井慶造先生たちのグループによって開発された小動物用半導体PETが設置されていました。しかし、2年前に発生した東日本大震災の影響で検出器やその周辺基板に大きなダメージを負い、使用不可となりました。本来ならば修理を行い、原状復帰するところですが、残念ながら検出器周りの基板が手に入らず修理不可の状態となってしまいました。そこで、住友重機械工業(株)に依頼し、旧機と同様の性能をもつ半導体PETを発注し、昨年12月に納入されました。その新機種の性能について報告します。

新機種のガントリーの大きさは旧機と同様 6 cm で変更ありません。空間分解能も旧機と同様 0.75

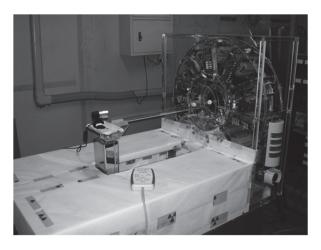


図1. 新しい半導体 PET の外観

mm です。 基板や検出器はむき出しではなく、アクリルのカバーが取り付けられました(図1)。 以下に旧機からの主な変更点を示します。

・検出器の冷却が空冷方式から水冷方式へ変更

旧機は検出器の冷却が空冷方式だったのですが、新機種は水冷方式による冷却となりました。そのため、PETの電源を入れる前にチラーの電源を入れる必要があります。

ベッドの変更

旧機で測定する場合、動物の位置合わせはまず、ベッドの座標を目視で読み取り、その後測定する 位置までどれくらいベッドを動かすか計算ののち、ベッドを移動していました。新機種では位置合わ せ用の水平、垂直レーザーが搭載されたため、旧機と比べると動物の位置合わせが容易になりました。

・収集系、再構成用コンピューターの更新

旧機では収集系コンピューターおよび再構成用コンピューターの制御は全てコマンドラインによる入力で行っていました。新機種では収集、ファイル転送、画像再構成が全て GUI による入力になりました(図 2)。再構成法として新たに 3D-OSEM が搭載されました。また、画像の表示モードも高分解能モード、高感度モードの 2 種類が利用できます。

以上、主な変更点を列記しましたが、この他にも細かいマイナーチェンジが施され、以前よりも使い勝手が改善されています。使用を希望する方は遠慮なくお問い合わせください。

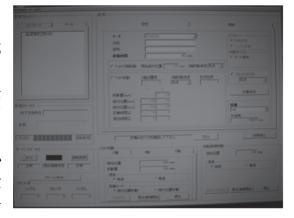


図2. 収集設定画面

センター 六ヶ所村分室 核燃料科学研究部・助教 徐 源来

Spring, the best season for Rokkasho villagers, is coming after over four months heavy snowing time. The trees, grass as well as flowers are getting ready for this beautiful time, with their spring flowering buds already set. As the wonderful signs from the blooming plants, the work in Rokkasho office is going well in this half year.

On 11th and 12th of May, a conventional annual festival in Rokkasho village was held. All staff in Rokkasho office attended the festival. We prepared a minilab for kids with an aim to excite their scientific interest toward things around in daily life. At the minilab, kids tried to fabricate "Jinko Ikura", artificial fish eggs. First, a kind of sodium alginate colloid was mixed with different color fluorescent ink in a small beaker. Then, a spherical particle could be made by dropping this colloid into calcium chloride solution using dropper. Finally, various color man-made particles were separated from solution and put into a small glass bottle with water. This kind of good looking spherical particle is attractive for kids and does no harm to their health. Our minilab is very popular among kids because they can get an opportunity to do some simple but interesting experiments which they have never seen in daily life.

On the first day of the festival, it was rainy. Although a few people attended the activity, it made a good start. As an old saying, the first drops of rain always bring a smile on our faces. As it turned out, the Rokkasho villagers had a nice, clean sunny day on the next day of the festival. Various performance shows, funny quiz games, together with the interesting scientific experiments, made the festival a big occasion. Our minilab attracted so intensive attention from the kids that they had to wait in line for their experiments. The waiting kids attracted the attention of the journalist of Rokkasho TV station, and as a result, associate professor Hitomi and some participants received a special interview from the reporter. During the two day of the festival, more than 150 bottles was delivered to the kids. What is more, thanks to the interview from the Rokkasho TV station, the local villagers had a full, detailed understanding on Tohoku University and our center.



Kids in line for their experiments (順番を待つ子供たち)



A kid fabricating "Jinko Ikura" (人工イクラを作る子供)

4カ月もの長い冬の後、六ヶ所村で最も良い季節、春がやってきました。草木や花がこの美しい季節に備えて芽吹いています。草木が花盛りとなるように、六ヶ所村分室も順調に活動しています。

去る 5 月 11 日、12 日に六ヶ所村で村祭り「たのしむべ!フェスティバル」が開催されました。六ヶ所村分室スタッフ全員で祭りに参加しました。日常生活における科学への関心を高めることを目的として、子供向けのミニ実験教室を開催しました。ミニ実験では子供たちが人工イクラの製作に挑戦しました。ビーカーの中にアルギン酸ナトリウムと様々な色の絵の具を混ぜた溶液があり、スポイトを使ってこの溶液を塩化カルシウム溶液に垂らすと球状の粒、人工イクラができます。この人工イクラを小さなガラス瓶に入れて完成です。このように綺麗な人工イクラは子供たちを引き付けるだけではなく、全くの無害です。このミニ実験は、単純だけれども普段の生活では見ることができない面白い実験なので、子供たちに大人気でした。

祭りの初日は雨でしたが、子供たちが集まり、幸先の良いスタートを切ることができました。ことわざに、雨の最初の一滴が笑顔をいつももたらしてくれるというものがあります。そのことわざが示すように、翌日、六ヶ所村は好天に恵まれました。我々のミニ実験教室に加えて、様々なショーやクイズがあり、祭りは大盛況でした。特に分室のミニ実験は子供たちの人気を集め、順番待ちの列ができるほどでした。その様子を見た六ヶ所村営テレビ局の記者が取材に訪れ、人見准教授と参加した子供たちがインタビューを受けていました。2日間の祭りの間、150個以上の人工イクラのボトルが作られ、子供たちに手渡されました。さらに、六ヶ所テレビのおかげで地域の人々に東北大学とセンター六ヶ所村分室の良い \mathbf{PR} を行うことができました。

訳:人見 啓太朗

研究交流

イタリア・レニャーロ国立研究所での研究生活

センター 測定器研究部・博士課程前期2年の課程1年

石川 泰佑

昨年度の秋から冬にかけての3か月間、イタリアに滞在し、研究生活を送りました。留学先はイタ リア中部に位置するフェラーラ大学です。この都市はルネッサンス期の中心的な存在で、エステンセ 城やサンジョルジョ大聖堂など、昔の面影を残す美しい街です。フェラーラ大学には加速器施設がな いため、研究グループは別の場所で実験を行っています。観光地として世界的に有名なベネチアのそ ばにあるレニャーロ国立研究所(LNL)が、その実験施設です。大学の授業を除く研究のみの留学だ ったため、LNL研究所に併設された宿舎で寝泊まりしました。

東北大学サイクロトロン・ラジオアイソトープセンター(CYRIC)では、宇宙の物質・反物質非対 称性の起源を解明するための物理実験を行っています。基本粒子である電子自身が持つとされる永久 電気双極子能率(EDM)は、この謎を解明するために重要となる物理量です。我々は電子 EDM の増 幅効果が非常に大きなフランシウム原子 (Fr) に着目して、EDM 測定を目指しています。Fr は放射 性原子のため、地球上にはほとんど存在しません。したがって、加速器を用いた核融合反応により作 る必要があります。そして、生成した Fr 原子を真空中に大量に捕獲することが、我々の EDM 実験の 鍵となります。

フェラーラ大学を中心としたグループは、レ ーザー光と磁場を巧みに用いた原子捕獲技術の 研究を、世界最先端のレベルで行っています。 このグループとは、CYRIC での Fr を用いた EDM 研究の開始と時期を同じくして研究交流 が始まり、意見交換や実験施設見学などで、お 互いの進展を図ってきました。しかしながら、 研究グループにまとまった期間所属し、研究を ともに進めることは、これまでにありませんで した。私は以前から海外留学に興味があり、留 学費用や大学間協定などの問題をクリアできた



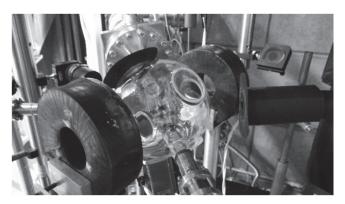
フェラーラ大学本部の中庭

ことから、フェラーラ大学への留学が実現しました。

留学期間中の大きな目標は、Fr の捕獲に関わる技術の習得でした。実験装置を見学し、どのような 装置を使って Fr の生成・輸送を行うのかを学びました。印象的だったのは、Fr を生成する装置でし た。Fr は、タンデム加速器で 100 MeV に加速された酸素イオン($^{18}O^{6+}$)を、金の標的に打ち込み起 こる核融合反応によって、作ることができます。この装置は一見すると、内部に直径 1 cm 程度の金の 標的と、それを中心に放射状に広がる皿のような形の電極が置かれていただけの、非常にシンプルな 構造でした。始めの時期は、実験の全体像を把握することや、イタリアでの生活に慣れることに主に 重点を置いていました。実験装置に触れながら丁寧な説明を受けることができたため、効率よく着実 に仕組みや原理を理解することができました。夕食は宿舎の共同キッチンで自炊をしていました。LNL は国際的な研究施設で、世界各国から学生や研究者が集まり、宿舎には同年代の学生が数名滞在して いました。夕食を食べながら毎日いろいろな会話をすることで、仲良くなりながら英会話のスキルア ップができたと思います。時には、各国の家庭料理を皆で食べたり、誕生日パーティーを開催したり、

多くの楽しい思い出ができました。

実験全体の理解が深まってきた留学の後半では、Fr 生成および捕獲の実験を行いました。加速器の運転計画の関係で、1年間に数回しかこの実験を行うことができません。留学中に 2 度もこの実験に参加することができ、得るものが多くありました。1回目の実験での私の仕事は、次の実験で主体的に動けるようになるため、レーザーや核反応などの様々なパートを手伝いながら見学することでした。レーザー光と磁場を用いて捕獲された Fr 原子は光を放出するため、こ



Fr を蓄積する球状のガラスセル

の蛍光を CCD カメラで観測すれば、捕獲されたことが確認できます。ところが、レーザー光や磁場をいくら調整しても、Fr 捕獲の兆候が現れず、Fr の捕獲は失敗に終わりました。原因と対策を議論し、ガラスセルの壁面へ多くの Fr が吸着し、捕獲可能な蒸気として漂う Fr 原子数が少なくなってしまうことが原因だと結論付けられました。壁面への吸着を抑制するための手法を学び、次の Fr 実験に備え、準備を行いました。Fr と化学的性質の似ているルビジウムを用いて、壁面の状態を調べる実験を行い、大幅に改善されたことが分かりました。ルビジウムは安定なアルカリ原子のため、オフラインの実験で幅広く用いられています。このオフライン実験を行う過程で、捕獲に関する理論モデルを学び、白熱した議論に参加し、理解を深めることができました。

2 回目の実験時に、酸素ビームを作るための酸素イオン源の調子が悪くなるトラブルが発生したた

め、Frの生成が満足に行えない状況下での捕獲実験となりました。高感度な CCD カメラで捕獲された Frを検出するため、実験室を暗室にします。レーザーの周波数を微調整しつつ、グループの全員が固唾を飲んでカメラの映像に注目し、実験室は張りつめた空気となりました。数十分後、

「Ecco la, ecco la!(これだ! Fr が捕獲できたぞ!)」緊張を破る叫び声とともに暗い画面の中から Fr の蛍光が現れました。この実験で、およそ 100 個の Fr の捕獲に成功しました。研究グループにとっては、5 年ぶりとなる成果となったこともあり、大きな喜びとなりました。この結果をも

とに考察が深められ、これからの研究の重要な 指針となることと思います。

LNLでの研究生活を通して、貴重な経験を重ね、多くの知識を得ることができました。自分の目で Fr の捕獲を見られたことは、留学の大きな成果の一つだと思います。そこに至るまでに起こった小さな問題から大きな問題まで、一つずつ解決していく様子を間近で観察しつつ、積極的にかかわることができ、今後の研究において重要なことを学ぶことができました。CYRICでは、日本初となる Fr 捕獲実験を、今



フランシウムの捕獲に成功した 直後の記念写真



イタリア研究グループのメンバー、中央が筆者

年度中に行う見通しとなっており、そこで私の経験を生かせると確信しています。

留学の準備の段階から多くの助言をいただいた測定器研究部の酒見泰寛教授には、誠に感謝しております。イタリア研究グループの R.Calabrese 教授、E.Mariotti 教授をはじめ、多くの研究者の方々にお世話になりました。また、留学の費用面では東北大学 COLABS 留学プログラムからも十分なサポートを賜りました。この場を借りて感謝申し上げます。



13

センターからのお知らせ

[加速器ビームを使った原子核・素粒子実験実習スクール]

この度、東北大学と高エネルギー加速器研究機構(KEK)が連携して進めている「KEK 大学等連携支援事業(代表:理学研究科・田村裕和教授)」の一環として、加速器ビームを使った原子核・素粒子実験実習スクール(以下、原子核スクール)をサイクロトロン・ラジオアイソトープセンター(CYRIC)にて、2013年2月26日(火)から3月2日(土)までの5日間、開催しましたので、紹介させていただきます。

原子核スクールは原子核・素粒子物理やビーム物理などの加速器サイエンスに興味を持つ全国の学部生に、加速器ビームを用いた実験を体験してもらい、日本の加速器サイエンスの将来を支える人材の育成につなげることを目標に、今回初めて開催しました。参加学生は全国8大学から8名が集まりました(東北大学、埼玉大学、早稲田大学、国際基督大学、奈良女子大学、金沢大学、立命館大学、広島大学)。

原子核スクールでは、CYRIC の 930 型 AVF サイクロトロンで加速された ¹⁸O⁵⁺ビームを金標的に入射し、核融合反応により生成される放射性元素フランシウムの同定を、固体検出器(SSD)を用いて、その崩壊エネルギー及び寿命を測定することにより行い、加速器を用いた原子核実験の一連の工程を体験してもらいました。更に、アメリシウム密封線源を用いたオフライン実験も行い、SSD の検出・動作原理等を詳しく学んでいただきました。また、参加学生には CYRIC も見学してもらい、見学時には非常に多くの質問が寄せられ加速器に対する関心の高さがみられました。スクールの最後には参加学生による実習内容をまとめた発表を行い、議論を通じて更に理解を深めてもらいました。

本原子核スクールは今回が初めての開催でしたが、今後も1年に1回程度開催予定ですので、その 折はご協力よろしくお願いいたします。最後に本スクールの開催にあたりご協力いただいた関係者の 方々に深い感謝の意を称して、原子核スクールの紹介を終わります。



写真1. 原子核スクール参加者記念撮影 (サイクロ本体上にて)



写真3. 実習の様子



写真 2. CYRIC 見学



写真4.参加者による実習内容の発表

測定器研究部 井上 壮志

[第8回 AVF サイクロトロン合同打合せ]

4月25日から26日の2日間、「第8回AVF合同打合せ」がセンターにて開催されました。この打合せ(研究会)は、国内でAVFサイクロトロンを所有する東北大学、理化学研究所、日本原子力研究開発機構高崎量子応用研究所、放射線医学総合研究所、大阪大学などから、サイクロトロン加速器やイオン源の専門家が集まり、技術交流を深めるために定期的に開催されているものです。今回はセンターが主催し、各施設から合計30名の参加者が集まりました。各施設で発生する様々なトラブルとその対応から、開発・改良のアイデアまで活発な議論と情報交換が行われました。研究会の講演は以下の通りでした。

4月25日(木)13:00~17:45

- 開会挨拶
- ・「理研の ECR イオン源」 理研 大関 和貴
- ・「AVF 入射ビーム用新工ミッタンスモニター」 理研 小高 康照
- ・「理研 AVF の耐震性」 理研 渡辺 裕氏
- ・「CYRIC 加速器施設の現状」 東北大 CYRIC 涌井 崇志
- ・「AVF サイクロトロンの大強度化」 東北大 CYRIC 篠塚 勉
- ・「RCNP サイクロトロン施設の現状」 阪大 RCNP 福田 光宏
- · CYRIC 加速器施設見学

4月26日(金)9:00~12:30

- ・「NIRS サイクロトロンの現状と開発状況」 放医研 北條 悟
- ・「高崎研 AVF サイクロトロンの制御系の現状」 原研高崎 湯山 貴裕
- ・「イオン源用分析電磁石の不具合と更新」 原研高崎 石坂 知久
- ・「Hyper ECR ビーム輸送系におけるビーム診断技術のまとめ」 東大 CNS 渡辺 伸一
- ・「Hyper ECR イオン源を用いたプラズマの分光」 諏訪東京理科大 武藤 英
- ・「Hyper ECR イオン源による MT とイオンビーム引出し」 東大 CNS 大城 幸光
- Tryper Bort 1 A V MARCA SIMIT C 1 A V C A SIMI O







写真. 左は研究会の様子、右は施設見学の様子

加速器研究部 涌井 崇志

[Bio Tech 2013 に出展して]

5月8日から10日まで東京ビックサイトにおいてBio Tech 2013が開催されました。このBio Tech とは世界中のライフサイエンス研究機器メーカーや試薬メーカー、バイオベンチャー、研究機関、国・自治体が、先端バイオ技術を一堂に出展。製品・技術の導入を目的に来場する研究者と出展社との間で、技術相談や商談が活発に行われる【アジア最大のバイオ展/国際会議】と銘打たれているものです。内容は展示会、アカデミックフォーラム、シンポジウムの3つのカテゴリーから構成されており、このカテゴリーの中から「加速器・分子イメージングによるバイオ健康科学への応用」のタイトルで展示会およびアカデミックフォーラムにおいて出展と発表を行いました。

展示会は初日、2日目は10:00~18:00。 最終日は10:00~17:00のスケジュール で開催され、アカデミックフォーラムは 最終日の10:40から30分発表を行いま した。

展示会ブースにはたくさんの人が訪れました。特に、産学連携に興味を持った人が多く企業の方の質問をかなり受けました。また、フォーラム後にも質問者がブースに訪れました。

今回、このような企画にセンターとして初めて出展したわけですが、産学連携



写真1. 展示ポスターの前で。 谷内センター長(右)と筆者

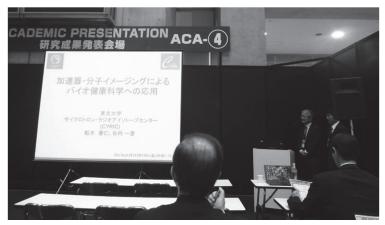


写真2.「加速器・分子イメージングによるバイオ健康科学への応用」の演題で講演

やこれからのセンターの未来を考えるとセンターが内外にその役目をアピールできる場としてとても 有意義な出展だったと感じられました。

核薬学研究部 船木 善仁

[福島県立磐城高等学校のセンター見学]

4月24日(水)に、福島県立磐城高等学校の新入生合宿研修の一環として東北大学訪問研修が行われ、同校の1年生8クラスのうち1クラス40名の方々がセンターの施設見学に訪れました。センターで展開されている基礎科学からライフサイエンスにわたる幅広い分野の研究活動について、それぞれの専門家から説明を受け、熱心に耳をかたむけていました。また、見学コースの引率では大学院生も同行し、大学生活の日常も話題になっていました。高校に入学直後の生徒さん達にとって、良い刺激になったようでした。



写真. 見学者の集合写真

[基礎ゼミ見学会]

現在、センターでは東北大学の全学教育科目「基礎ゼミ」の一科目として「サイクロトロンと PET イメージング」を実施しています。この教育プログラムは、東北大学の学部一年生(新入生)を対象と

して、入学早々から夏までの期間にわたって行われます。体験学習や自己学習を通じた学びを重視しており、センターの基礎ゼミでは、サイクロトロン技術とその応用に関して調査研究発表をしていただきます。全学教育という名の通り、どの学部に所属する学生でも自由に選択が可能で、今年度の学生内訳は、医学部3名、工学部3名、理学部1名となっております。平成25年4月15日の初回授業でコース内容の説明を行い、イントロ授業で最低限の知識を学習していただいたところで、4月22日にサイクロトロンおよびPET関連施設の見学会を実施しました。その様子について報告します。

当日の見学には大学院医学系研究科の院生も一名参加しました。見学直前の説明では、加速器の運転により放射性同位体が作られ、それを材料にして放射性薬剤が合成され、検定後に実際に人体に投与されて PET 画像の撮影が行われる、という一連の異分野融合的な流れを掴むことを強調して説明しました。見学の順番も、加速器、薬剤合成、PET の順に配列しました。

前半の約1時間を使ってサイクロトロン見学を行いました。加速器研究部と測定器研究部の教員による引率で、PET 薬剤合成用のRI製造専用の医療用小型サイクロトロン(写真1)、多目的に用いられる大型サイクロトロン(写真2)、イオン源室(大型サイクロトロンで加速するイオンを生成し、電子サイクロトロン共鳴を用いて効率良く多価イオンを生成することが可能)、冷却不安定原子生成工場TR5(物質優勢の宇宙はどのようにして生じたのかなど、物質・反物質非対称性の機構解明を目指した研究のた



写真1



写真2

めのシステム)を見学することができました。この日はまだセンターの共同利用活動が再開する前でしたので、多くの設備を見学することができたのが学生にとっては有り難いことでした。大型サイクロトロン室見学では、サイクロトロン本体の上に登ることもでき、学生はみな静かに興奮しておりました(写真 2)。その後は地下から大型サイクロトロンを見上げることもできました。参加学生からの感想として、「サイクロトロンの機械をみて大きさに驚いた。想像以上の大きさに驚いた。」、「あの装置には驚きました。特に加速器は感動しました。上に乗った時は怖かったですが、2階から見た光景は忘れないでしょう。」、「加速器をその下から見ることなどほとんどないと思うので、とても興奮しました。」、などの感想が寄せられました。

後半は約90分間を使って、ライフサイエンス系の見学を行いました。PET 用薬剤の合成を行うホットラボの見学では、臨床で使用する薬剤製造のためのクリーンルーム(写真3)、基礎実験のための薬剤合成に使われる合成室、そして、RI実験棟に移動して小動物用PET装置、臨床用PET装置の見学を行いました。合成された放射性薬剤は気送管を用いて臨床PET検査エリアに輸送されますが、空の容器を使った輸送のデモンストレーションを行い、作業の一部を実感してもらい、PETやMRIの電子画像をモニター上で実際に提示して説明しました。古いPET装置がインストールからすでに18年経過していることも学生に強い印象を与えたようです。ライフサイエンス系の見学



写真3

に関する感想としては、「大変興味深いものでした。特にサイクロトロンと PET ルームには、興奮しました。」、「PET が多様な学問に関連していると改めて実感しました。」などの意見が寄せられていました。実は昨年度の基礎ゼミでは、サイクロトロンから PET に至る全ての見学を 90 分間(1 コマ)で実施しました。その結果、「もう少し見学内容が多くてもよかった」という感想が複数の学生さんから寄せられていたので、今年度は 90 分×2 コマで実施したというわけです。途中に休憩時間は挟んだものの、放射線管理区域内で立ったまま説明を聞く場面も多かったためか、疲労困憊したようでした。それでも充実した体験をしてくれたようで、「疲れましたけども楽しい日でした。」という感想コメントを寄せてくれました。

終了後に学生が提出してくれた質問を紹介します。なかなか鋭い質問も出ました。

「小型加速器の"HM12"は粒子が縦に回転するように設置されていると聞きました。そうすると、粒子の回転軌道は円にならず、卵のような形になると思うのですが、どのような対策が練られているのでしょうか?」

「どのように加速した粒子(の位置を)を感知するのでしょうか。長い管は真空なので感知するのはむずかいのでは?どうしているのか知りたいです。」

「MRI で体を調べるとき、とてもうるさい音を聞かなくてはいけません。我慢できません。PET 装置もうるさいでしょうか?騒音を減らすためには何をすべきでしょうか?」

「18F-FDG は、尿として体外に排泄されてしまいますが、18F-FDG を使用した PET 検査ではどのようにして腎臓あるいは膀胱を検査するのでしょうか。」

など、なかなか本質に迫る数々の鋭い質問が寄せられました。

5月に実施された見学後の授業では、自分の調査研究テーマを決めてもらうための情報提供として、 センターの教員による連続講義を実施しました。その内容は非常に多岐にわたっており、認知症の画 像診断、がんの画像診断、がんの放射線治療、薬物副作用の PET 臨床研究、PET 測定の原理としく み、PET 以外の画像診断装置、乳がん専用 PET 装置の開発、放射性薬剤の開発、基礎研究(動物実験)、薬物体内動態解析などのライフサイエンス系の内容に加えて、物質の構造、加速器の種類と特徴、素粒子研究の最前線、理論物理学研究の最前線、宇宙誕生の謎の解明など理工系の内容も学生さんに聞いていただきました。大学の研究センターで、これだけの広い分野を単独でカバーしている施設も全国的に珍しいとは言われていますが、これだけ広範な異分野融合型授業も珍しいのではないかと推察します。学生の意欲と理解度も気になるところですが、毎回の質問レポートの内容を見る限り、消化不良を起こした学生はいない様子です。医学系学生が「宇宙の歴史に興味がわきました。どのようにして宇宙が膨張していると知ることができるのか疑問に思いました。」と感想を残したり、工学部生が「超ひも理論は何か知っていましたが、電磁気の力および弱い力が同じ力から由来するのであることを知って、私は驚きました。非常に刺激的な内容です!!」と残すなど、理学部生が、「物理のみでなく工学系にも興味が持てることを知ることができました。PET の "同時検出"の仕組みに少々感銘をうけたからです。」と感想を残してくれるなど、なかなかの有意義な体験をしてくれたようです。

さて、この基礎ゼミコースの後半の授業では、学生自らがネタを見つけてきて自ら発信しなくてはなりません。参加学生がどのようなテーマ研究発表を聞かせてくれるのか楽しみです。そして、将来、一人でも多く、関連分野に携わり、次の時代を担う人材に育ってくれればスタッフ一同、望外の喜びです。

サイクロトロン核医学研究部 田代 学

「放射線と RI の安全取扱いに関する全学講習会]

平成25年5月8日(水)、13日(月)~15日(水)、20日(月)~6月3日(月)

・第73回基礎コース講義:

理学研究科大講義室 5月8日(水)、13日(月)、14日(火)

・第73回基礎コース英語クラス講義:

CYRIC 講義室 5月15日 (水)

• 実 習:

CYRIC RI 棟 5月20日(月)~22日(水)、24日(金)、27日(月)、28日(火)、30日(木)、31日(金)、6月3日(月)

・第36回 SOR コース(基礎コースの講義のみを受講)

基礎コース講義内容:

5月8日(水)

時 間	講義内容	講	師	
8:50~ 9:00	ガイダンス			
9:00~ 9:30	放射線の安全取扱(1)「放射線概論」	CYRIC	渡部	浩司
9:40~10:40	人体に対する放射線の影響	医学系研究科	鈴木	未来子
10:50~11:50	放射線の安全取扱(2)「物理計測」	CYRIC	酒見	泰寛
12:40~13:40	放射線の安全取扱(3)「RI の化学」	多元物質科学研究所	佐藤	修彰
$13.50 \sim 15.20$	放射線取扱に関する法令	CYRIC	渡部	浩司
15:30~17:00	放射線の安全取扱(4)	農学研究科	白川	仁
$17:00\sim17:20$	小テスト			

5月13日(月)

時 間	講 義 内 容	講	師	
8:50~ 9:00	ガイダンス			
9:00~ 9:30	放射線の安全取扱(1)「放射線概論」	CYRIC	渡部	浩司
9:40~10:40	人体に対する放射線の影響	CYRIC	田代	学
$10.50 \sim 11.50$	放射線の安全取扱(2)「物理計測」	CYRIC	酒見	泰寛
$12:40\sim 13:40$	放射線の安全取扱(3)「RI の化学」	工学研究科	三村	均
$13.50 \sim 15.20$	放射線取扱に関する法令	CYRIC	渡部	浩司
$15:30\sim17:00$	放射線の安全取扱(4)	農学研究科	白川	仁
$17:00\sim17:20$	小テスト			
5月14日 (火)				
時 間	講 義 内 容	講	師	
	講 義 内 容 ガイダンス	講	師	
時 間		講 CYRIC	師 渡部	浩司
時 8:50~ 9:00	ガイダンス			浩司 宏太良
時間 8:50~ 9:00 9:00~ 9:30	ガイダンス 放射線の安全取扱 (1) 「放射線概論」	CYRIC	渡部	
時間 8:50~ 9:00 9:00~ 9:30 9:40~10:40	ガイダンス 放射線の安全取扱 (1) 「放射線概論」 人体に対する放射線の影響	CYRIC CYRIC	渡部平岡	宏太良
時間 8:50~ 9:00 9:00~ 9:30 9:40~10:40 10:50~11:50	ガイダンス 放射線の安全取扱(1)「放射線概論」 人体に対する放射線の影響 放射線の安全取扱(2)「物理計測」	CYRIC CYRIC CYRIC	渡部 平岡 酒見	宏太良 泰寛
時間 8:50~ 9:00 9:00~ 9:30 9:40~10:40 10:50~11:50 12:40~14:10	ガイダンス 放射線の安全取扱(1)「放射線概論」 人体に対する放射線の影響 放射線の安全取扱(2)「物理計測」 放射線取扱に関する法令	CYRIC CYRIC CYRIC CYRIC	渡部 平岡 酒見	宏太良 泰寛
時間 8:50~ 9:00 9:00~ 9:30 9:40~10:40 10:50~11:50 12:40~14:10	ガイダンス 放射線の安全取扱(1)「放射線概論」 人体に対する放射線の影響 放射線の安全取扱(2)「物理計測」 放射線取扱に関する法令	CYRIC CYRIC CYRIC CYRIC 高等教育開発	渡部 平岡 酒見 渡部	宏太良 泰寛 浩司

基礎コース英語クラス講義内容:

5月15日(水)

時 間	講 義 内 容	講	師	
8:50~ 9:00	Guidance			
9:00~ 9:30	Introduction to safe handling of radiation	CYRIC	渡部	浩司
9:40~10:40	Effects of radiation to human	医学系研究科	鈴木	未来子
10:50~11:50	Physics for safe handling of radiation	理学研究科	岩佐	直仁
12:40~14:10	Regulation law for radiation handling	薬学研究科	吉田	浩子
$14.20 \sim 15.20$	Chemistry for safe handling of radiation	高等教育開発		
		推進センター	関根	勉
$15:30\sim17:00$	Safe handling of radiation/isotopes	電子光理学		
		研究センター	大槻	勤
$17:00\sim17:20$	Examination			

・第60回X線コース講義:

理学研究科大講義室 5月9日(木)、5月10日(金)

・第60回 X線コース英語クラス講義:

CYRIC 講義室 5月10日(金)

X線コース講義内容:

5月9日(木)

時 間	講 義 内 容	講	師
13:20~13:30	ガイダンス		
13:30~15:00	X線装置の安全取扱い	CYRIC D	度部 浩司
$15:10\sim15:40$	X線関係法令	工学研究科	公山 成男
$15:50\sim16:30$	安全取扱いに関するビデオ	CYRIC 糸	詰城 秀行
5月10日(金))		
時 間	講義内容	講	師
8:50~ 9:00	ガイダンス		
9:00~10:30	X線装置の安全取扱い	工学研究科	歩川 貴樹
10:40~11:10	X線関係法令	工学研究科	公山 成男
11:20~12:00	安全取扱いに関するビデオ	CYRIC *	吉城 秀行

X線コース英語クラス講義内容:

5月10日(金)

時 間	講義内容	講	師	
13:20~13:30	Guidance			
13:30~15:00	Safe handling of X-ray machines	CYRIC	渡部	浩司
15:10~15:40	Regulation for X-ray machine handling	CYRIC	渡部	浩司
15:50~16:10	VTR for safe handling of radiation	CYRIC	結城	秀行

[運営専門委員会報告]

平成24年度第4回(平成25年1月10日開催)

- センター長候補者の推薦に関する申し合わせの制定
- 平成23年度決算及び平成24年度予算配分
- 優先ビームタイム利用料金の設定
- 平成25年度非常勤講師の委嘱並びに客員教授の称号授与
- 放射線管理研究部教授選考委員会
- 各部会報告
- 六ヶ所村センター検討委員会
- 新原子力利用研究分野の開拓プロジェクト報告会
- 共同利用再開記念シンポジウム
- RI 棟総合センターの小規模改修工事

平成24年度第5回(平成25年2月27日開催)

- 放射線管理研究部教員選考
- 優先ビームタイム利用料金の設定
- サイクロトロン・ラジオアイソトープセンターの将来計画
- 称号授与(研究教授・リサーチフェロー)

- (独) 理化学研究所仁科加速器研究センターとの「不安定核及び中性子ビームを用いた核科学」に 関する研究協力の継続
- 工学研究科との「放射線及び粒子ビームの高度利用」に関する連携協力の継続
- 平成25年度の概算要求(施設整備費)結果報告
- 各部会報告
- 民間等との共同研究の受入

平成 25 年度第 1 回 (平成 25 年 5 月 29 日開催)

- 東北大学サイクロトロン・ラジオアイソトープセンター規程の一部改正
- 加速器研究部教員選考委員会の設置
- 核薬学研究部への教員の配置換
- 称号授与(研究教授)
- 平成 26 年度特別経費概算要求事項
- センター長の発令
- サイクロトロン・ラジオアイソトープセンター共同利用優先枠の設定
- 各部会報告
- (独)理化学研究所仁科加速器研究センターとの研究協力協定書
- 工学研究科との連携協力覚書

[受賞のお知らせ]

- 平成24年度医学部奨学賞銀賞平岡宏太郎(サイクロトロン核医学研究部・助教)
- 平成 24 年度宮城県医師会医学奨励賞

「特発性正常圧水頭症の疫学・診断・病態に関する研究」

平岡宏太郎(サイクロトロン核医学研究部・助教)

[第37回国立大学アイソトープ総合センター長会議]

平成25年6月5日から6月6日の2日間、岡山大学創立五十周年記念館にて「第37回国立大学アイソトープ総合センター長会議」(世話校 岡山大学)が開催されました。21の国立大学関連部局より60人以上が参加し、本センターからは谷内一彦、渡部浩司、結城秀行、伊藤奈美子の4名が出席しました。会議の議事次第は以下の通りです。

6月5日

開会挨拶 山本進一(岡山大学理事 自然生命科学研究支援センター長)

- 講演 1.「学術研究を取り巻く動向」高橋亮 氏(文部科学省研究振興局学術機関課研究設備係長(併)研究支援係長)
- 講演 2. 「放射線安全行政の動向について」塩川尚美 氏(原子力規制庁放射線対策・保障措置課放射 線規制室廃棄物対策専門官)
- 報告 「アイソトープ総合センター長会議活動報告」谷内一彦 東北大学センター長 「分子イメージング教育研修 WG 報告」吉村崇 大阪大学教授

議事1. アイソトープ総合センターの現状と課題及び今後の展望(1)

情報交換会(岡山プラザホテル)

6月6日

議事2. アイソトープ総合センターの現状と課題及び今後の展望(2)

講演3.「東日本大震災農地の回復に向けて:耐塩性 オオムギの活用と耕地雑草による放射性セ シウム吸収の可能性」山本洋子 氏(岡山大 学資源植物科学研究所教授)



情報交換会での谷内センター長の乾杯の音頭

講演4.「オオムギにおけるゲノム多様性の解析と応

用」佐藤和宏 氏(岡山大学資源植物科学研究所教授)

閉会挨拶 山田雅夫 (岡山大学自然生命科学研究支援センター光・放射線情報解析部門長)

本会議に先立ち、分子イメージング教育研修 WG 会議および幹事会があり、本年度の放射性同位元素等取扱施設安全管理担当教職員研修(平成 24 年 10 月 3 日~10 月 4 日)および来年度の分子イメージングに関する教育研修プログラムを本学で執り行うことが了承されました。

本会議では、次回以降の当番校に関して話し合われ、来年度以降の当番校が決まりました。それぞれのセンターの実情が紹介され、多くのセンターで同様の問題(資金不足、人手不足)を抱えていることがわかりました。課金方法、RI 教育の方法などに関して活発な意見交換が行われました。来年度は、徳島大学が当番校で、平成 26 年 6 月 4 日~5 日、徳島市で開催予定です。



参加者の集合写真

放射線管理研究部 渡部 浩司

センター 放射線管理研究部・准教授 渡部 浩司

4月1日より放射線管理研究部に赴任いたしました渡部浩司(わたべひろしと読みます。読みは違いますが、まったく同じ名前の学生がいたのでびっくりしました)です。出身は静岡県沼津市という温暖なところです。実は、私とサイクロトロン・ラジオアイソトープセンター(CYRIC)との関わりはたいへん古いです。1986年に東北大学工学部原子核工学系(現在は、「量子工学」という名前になっています)に入学し、1988年、大学3年次より、CYRICで、当時放射線管理研究部の教授であられた中村尚司先生の学生として約7年間お世話になりました。



その後、大阪で就職し、この3月までずっと大阪です。18年ぶりに訪れる CYRIC は、もちろん昔と大きく変わったところもあるのですが、まったく変わっていないところもいっぱいでした。私の学生時代お世話になった方々がまだまだ現役で働かれていますし、なによりも驚いたのが、私が学生として過ごした放射線管理研究部の学生部屋の雰囲気がまったく変わっていなかったことです。

CYRIC で、私の現在の礎となるさまざまなことを学びました。CYRIC での経験がなければ、現在の私はなかったでしょう。学生時代、CYRIC で、医学部の先生、薬学部の先生と一緒にPET の仕事をさせていただき、すっかりPET の虜になりました。それ以来、画像処理や薬物動態解析などPET 関連の仕事をしております。前の職場である大阪大学(ちなみに大阪大学でお世話になった核医学講座の畑澤順先生は、私が学生の時にCYRICでPETのことをいろいろ教えていただいた先生です)では、PET分子イメージングセンターの創立に立会いました。PETまわりのことはいろいろやってきましたので、こちらでもなにかしらのお役に立てればと思っております。

さて、私の所属は放射線管理研究部であり、やはり本務は放射線管理にあります。今までも長年、放射線取扱主任者としてRI管理をしてきましたが、CYRICの規模は違いました。覚悟はしていたものの、重責をひしひしと感じております。今まで放射線管理研究部をまとめてこられた歴代の先生方に敬意を表すと共に、大変優秀な放射線管理研究部のスタッフに恵まれたことに感謝します。私はパソコンが好きで、自分でソフトウェアを書いたりしていますが、私の放射線管理のやり方はソフトウェア作りに似ています。人間誰しも失敗をします。ソフトウェアにバグはつきものです。バグが見つかったら直したら良い。そして同じ間違いを起こさないように軌道修正する。この繰り返しです。CYRICの放射線管理研究部は「愛される放管」を目指したいと思います。なにかお困りのことがございましたら、お気軽にお立ち寄りください。

このたび加速器研究部の教育研究支援者になりました新原佳 弘です。出身は神奈川で、仙台に来る前は新潟大に勤務してい ました。仙台はスキー場が近いので、冬は滑りに行けるなあと 思ったりしています。

私のこれまでの専門は原子核物理で、主に高エネルギー粒子を原子核に当てたときに核子が集団的に動く巨大共鳴を研究してきました。特に、陽子と中性子のスピンが互いに逆位相で振動するスピン・アイソスピン励起を中心に調べてきました。この励起は原子核の主要な振動モードで、宇宙の様々な場面で起こっています。

一例は、ニュートリノとの関連です。太陽からは非常に透過性の高いニュートリノが大量に放出されていて、それらを測定することで太陽内部の情報が得られます。またニュートリノ自



体も興味深い研究対象です。しかし、ニュートリノはあまりに透過性が高いため、検出することが非常に難しい粒子です。そのニュートリノ検出器として四塩化炭素溶液の入った巨大なタンクが使われているのですが、その中の ³⁷Cl がニュートリノを捕えるとスピン・アイソスピン励起をします。私の博士論文では、加速器のビームを使って ³⁷Cl をスピン・アイソスピン励起させ、その遷移強度からニュートリノ検出器の検出効率を与えました。

スピン・アイソスピン励起は星の元素合成でも重要です。現在宇宙にある様々な元素は星の中の核融合反応で水素から作られたものですが、恒星で作られる元素は鉄までで、それより重い元素は巨大な星が超新星爆発を起こした時に作られると言われています。超新星爆発は巨大質量星が燃え尽きて鉄のコアができた時に原子核が電子を吸収し始めることがきっかけで起こると言われていて、その電子捕獲反応で原子核はスピン・アイソスピン励起を起こします。このスピン・アイソスピン励起を調べれば、超新星爆発始動時の星の状態を知ることができます。この研究はまだ緒についたばかりです。

上記のことと並行して、新潟では宇宙線を使った成分分析装置の開発なども行っていました。加速器は原子核物理のユーザーとして長年使わせてもらってきましたが、加速器そのものの開発に携わるのは今回が初めてです。放射線や加速器はいまや医療や工学でも欠かせないものとなっています。 CYRIC はそれらの最先端の場所となっていて、自分の視野を広げる非常にいい機会だと思っています。ユーザーの要望に応えるべく加速器の開発を行い、放射線科学の発展に寄与できればと思います。

共 同 利 用 の 状 況 -平成24年4月1日~平成25年3月31日-

RI棟部局別共同利用申込件数

サイクロ	医学部	理学部	工学部	農学部	加齢研	合計
3	6	1	2	1	1	14

サイクロトロン共同利用実験採択課題件数

分 野	117 回 (10 月~12 月)	117 回(後期) (1 月~3 月)
物理・工学	22	2
化 学	1	0
医学・生物(基礎)	19	17
医学・生物(臨床)	26	25
計	68	44

サイクロトロン共同利用実験参加者数

クコク ローロッス 内内型 JA 大阪 シルドロ 妖						
分 野	117 回	117 回(後期)				
7, 5	(10月~12月)	(1月~3月)				
C Y R I C	179	145				
理 学 部	26	0				
医学部 (病院)	117	131				
歯 学 部	7	11				
工 学 部	166	38				
薬 学 部	11	11				
金 研	4	0				
加齢研	7	4				
未来医工学研	3	0				
環境科学	2	0				
医工学研究科	22	6				
高等教育開発センター	4	4				
電子光理学研究センター	2	0				
その他	25	3				
計	575	353				

R I 管理メモ

1. 放射線取扱主任者の選任

4 月からセンターの放射線管理研究部に渡部浩司准教授が着任となり、原子力規制庁に対しセンターの放射線取扱主任者としての選任届を提出しました。現在のセンターの選任主任者は、渡部准教授と結城技術専門員の2名となります。

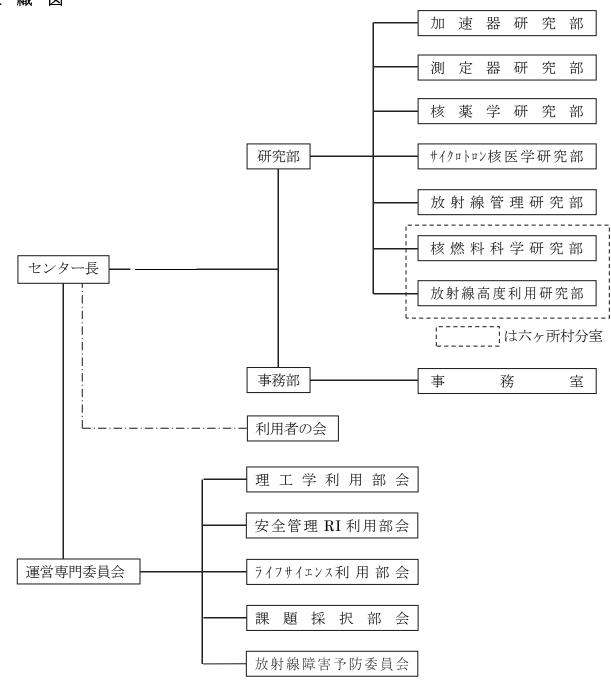
2. 施設の状況

平成 24 年度末の補正予算で、研究棟の改修工事・増築工事が行われることが決まりました。 工事の内容は、東北大学病院出張診療所の充実化、1 階から 3 階までのエレベーター設置等 です。工事期間は、今秋から来春までの予定です。従いまして今秋から約半年の間、研究棟 (PET 装置を含む)が使用できない状況となります。利用者の方々にはご不便をおかけしま す。

3. 電離放射線健康診断

平成 25 年度第1回目の放射線業務従事者特別定期健康診断が4月に行われ、問診は4月2日に43名が受診し、そのうち13名が4月22日または23日に検診を受診しました。

組織図



共同利用相談窓口(ダイヤルイン)

理	学	系	酒	見	泰	寛	795-7795	sakemi@cyric.tohoku.ac.jp
工	学	系	渡	部	浩	司	795-7803	watabe@cyric.tohoku.ac.jp
薬	学	系	岩	田		錬	795-7798	rencyric@cyric.tohoku.ac.jp
医	学	系	田	代		学	795-7797	mtashiro@cyric.tohoku.ac.jp
事	務	室	相	澤	克	夫	795-7800 (内 3476)	cyric-jm@bureau.tohoku.ac.jp
R	I 棟管理	皇室	結	城	秀	行	795-7808 (内 4399)	yukihide@cyric.tohoku.ac.jp

編集後記

最近、茨城県東海村の J-PARC で起こった放射線同位体の漏洩事故。施設の規模がケタ違いとは言え、同じ加速器施設を維持・管理する側としては他人事ではない。通報連絡が遅れたことが一番の問題であるが、今後 CYRIC でもサイクロトロン加速器の大強度ビーム化を目指すにあたって、安全性にも相当熟考が必要であることを再認識させられた。安全に対する想定外を限りなくゼロに近づけるよう日々心掛けたい。

(M.I. 記)

広報委員

委員長 岩 田 錬 (CYRIC)

木 野 康 志 (理学研究科)

藤井優(理学研究科)

岡 村 信 行 (医学系研究科)

渡 部 浩 司 (CYRIC)

人 見 啓太朗 (CYRIC)

船 木 善 仁 (CYRIC)

平 岡 宏太良 (CYRIC)

三 宅 正 泰 (CYRIC)

石 川 洋 - (CYRIC)

伊藤正俊(CYRIC)

涌 井 崇 志 (CYRIC)

倉島 由美 (CYRIC)

題字デザイン:田代学

CYRIC ニュース No. 53 2013 年 6 月 28 日発行

〒980-8578 仙台市青葉区荒巻字青葉6番3号

東北大学サイクロトロン・ラジオアイソトープセンター

TEL 022 (795) 7800 (代 表)

FAX 022 (795) 7997 (センター事務室)

" 022 (795) 7809

(放射線管理事務室)

E-mail: koho@cyric.tohoku.ac.jp

Web page: http://www.cyric.tohoku.ac.jp/

